

Тепловой поток, поступающий в заготовку, считаем постоянным, поэтому из равенства выражений (2) получим значение температуры на обрабатываемой поверхности заготовки

$$t_0 = t_1 + \frac{l_1(t_1 - t_2)}{l_2 - l_1}. \quad (3)$$

Разработанная установка позволяет проводить опыты по определению температуры на обрабатываемой поверхности заготовки в зависимости от таких параметров, как скорость подачи, подача на зуб, скорость резания, частота вращения фрезы, глубина фрезерования. Полученные экспериментальные данные положат основу для разработки методики расчета режимов фрезерования древесных материалов по критерию теплостойкости обрабатываемого материала.

УДК 674.026

Студ. И.С. Колосов  
Рук. С.В. Щепочкин  
УГЛТУ, Екатеринбург

## **ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ С РЕЛЬЕФНЫМ УЗОРОМ НА СТАНКАХ С ЧПУ**

Рельефный узор используется для украшения мебели и интерьера. Изделия с рельефным узором обладают великолепием внешнего вида, имеют художественную ценность, индивидуальность, уникальность. Среди различных способов нанесения рельефного узора большое распространение получило фрезерование из-за широкого применения фрезерных станков с ЧПУ (числовым программным управлением). Такие станки позволяют выполнять операции механической обработки с высокой точностью, так как процессы обработки на станках управляются с помощью микропроцессорной техники.

Очень важно грамотно создавать управляющие программы для режимов обработки, так как в процессе изготовления происходит износ инструмента и механизмов станка. Правильно составленная управляющая программа позволяет замедлить механизмы износа, предотвратить поломку инструмента, производить обработку деталей с заданными параметрами формы, размеров, шероховатости.

В системах CAD/CAM возможно создание модели для станков с ЧПУ, выбор инструмента и режимов обработки модели и, в конечном итоге, управляющей программы. Для создания управляющей программы необходимо составить трехмерную модель рельефного узора (рис. 1).

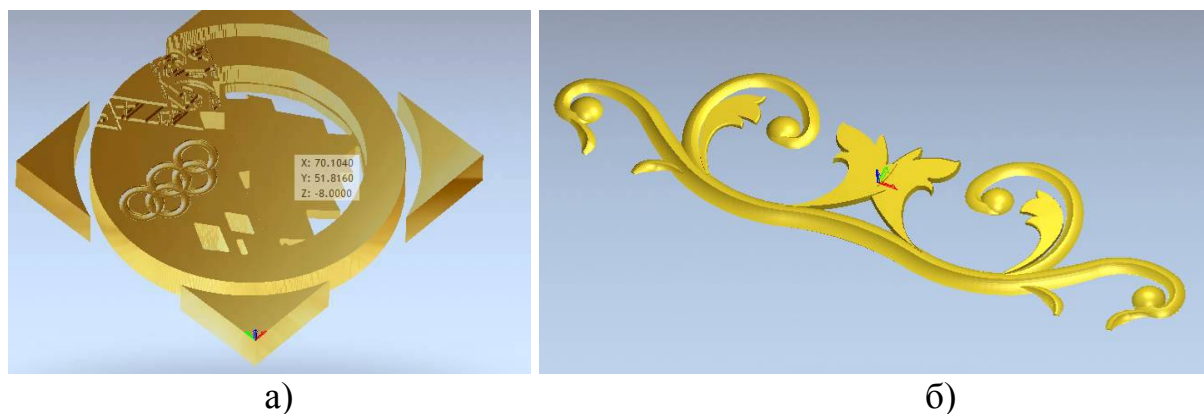


Рис. 1. Трехмерные модели рельефа

На следующем этапе задается положение плоскости сечения по высоте (по оси  $Z$ ), в нашем случае – это основание модели. В качестве режущего инструмента выбираются концевые фрезы: цилиндрическая, диаметром  $D = 6$  мм, числом зубьев  $z = 2$  (рис. 2, а) – для черновой обработки; и коническая диаметром  $D = 3$  мм, углом  $A = 15^\circ$  (рис. 2, б) – для чистовой обработки. Кроме этого, для изготовления рельефа (рис. 1, а) использовались фрезы цилиндрические, диаметром окружности резания  $d = 1,5$  мм и  $d = 2$  мм (рис. 2, в) [1].

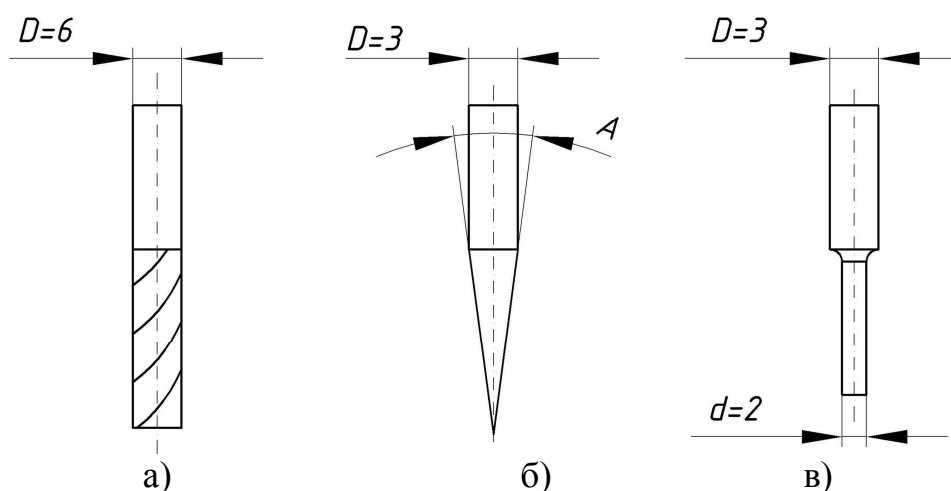


Рис. 2. Концевые фрезы для фрезерования рельефного узора

При выборе режимов обработки в системе CAD/CAM задается шаг обработки  $t$  – расстояние между траекториями обработки и глубина фрезерования за один проход  $h$ . Для черновой обработки назначаем  $t = 2$  мм,  $h = 1$  мм; для чистовой  $t = 0,2$  мм. Чистовая обработка осуществляется за один проход, поэтому в качестве глубины фрезерования назначается припуск после черновой обработки  $0,2$  мм.

При выборе скорости подачи  $V_s$  необходимо выбирать максимально возможные значения, т.е. обеспечить максимальную производительность обработки детали. Но ряд факторов процесса фрезерования накладывает ограничения на производительность. При определении режимов фрезерования на станках с ЧПУ такими ограничениями являются следующие: шероховатость обработанной поверхности, мощность двигателя привода фрезы, прочность инструмента, тепловая стойкость инструмента и обрабатываемого материала.

С увеличением подачи на зуб шероховатость обработанной поверхности возрастает. Значения параметров шероховатости  $R_m$  применительно к технологическим операциям рекомендуется принимать следующим образом [2]: для поверхностей, обработанных под лаковую прозрачную отделку – не более 16 мкм; поверхностей, обработанных под непрозрачную отделку красками – не более 63 мкм; поверхностей, подлежащих склеиванию – не более 200 мкм. Часто высоту микронеровностей при фрезеровании определяют по кинематической волнистости, по высоте волн, образующихся на обработанной поверхности при цилиндрическом фрезеровании [3].

При работе режущий инструмент (концевая фреза) под воздействием внешней нагрузки может сломаться. Ломается фреза обычно около патрона, где изгибающий момент достигает максимального значения. Изгибающий момент напрямую зависит от касательной силы резания при работе боковыми режущими кромками, которая увеличивается с увеличением подачи на зуб.

В процессе фрезерования древесины работа, затрачиваемая на резание, преобразуется в тепловую энергию. Теплота, поступающая в заготовку и инструмент, концентрируется в микрослоях, прилегающих к обработанной поверхности, и микрослоях, прилегающих к режущей кромке. Этого количества теплоты достаточно для повышения температуры до значений, при которых происходит перегрев фрезы, т.е. происходит тепловая посадка инструмента, а на поверхности древесины образуются прижоги. Это происходит при слишком медленной подаче фрезы.

Рациональный режим резания включает такое значение подачи на зуб  $S_z$ , которое наилучшим образом удовлетворяет всем критериям. Произведя расчеты по формулам, приведённым в работе [3], подача на зуб, удовлетворяющая всем критериям, равна 0,05 мм. При частоте вращения фрезы  $n = 12000 \text{ мин}^{-1}$ , скорость подачи составит  $V_s = 1,2 \text{ м/мин}$  (1200 мм/мин).

При обработке очень сложной траектории на станках с ЧПУ можно задать список инструментов для их замены. При создании управляющей программы необходимо учитывать, что количество врезаний фрезы в материал должно быть наименьшим, т.е. за один проход вырезать как можно большую площадь материала, для этого нужно создавать цельные векторы.

С учетом перечисленных требований на кафедре инновационных технологий и оборудования деревообработки УГЛТУ были составлены управляющие программы, и на фрезерном станке с ЧПУ Beaver 9A были изготовлены образцы из древесины с рельефным рисунком (рис. 3).



Рис. 3. Рельефные рисунки, полученные при фрезеровании

## Библиографический список

1. Ловыгин А.А., Васильев А.В., Кривцов С.Ю. Современный станок с ЧПУ и САМ/CAD система. М.: Эльф ИПР, 2006. 286 с.
2. Основы конструирования мебели / Ю.И. Ветошкин, М.В. Газеев, А.В. Калюжный, О.Н. Чернышев, О.А. Удачина. Екатеринбург: УГЛТУ, 2012. 589 с.
3. Глебов И.Т. Учимся работать на станке фрезерном с ЧПУ. Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. 115 с.

УДК 669.01

Студ. Л.Г. Коньшева  
Рук. А.В. Шустов  
УГЛТУ, Екатеринбург

## **ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЦЕМЕНТАЦИИ ДЕТАЛЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА**

Цементация является одним из видов химико-термической обработки наряду с азотированием, борированием, нитроцементацией, карбонитрированием, широко применяемым в промышленности для увеличения срока службы деталей, работающих на износ, за счет повышения твердости поверхностного слоя с сохранением достаточно пластичной сердцевины с высокой ударной вязкостью.